

**Configurations dites à « haute densité »,
consommation électrique et problèmes
de refroidissement**

Par Equinix

Introduction

L'évolution technologique des équipements hébergés dans ses salles blanches a amené Equinix à s'interroger et à réfléchir aux conséquences qu'elle pourrait avoir sur la gestion des IBX centers.

L'objectif de ce document d'information est donc double:

- Informer les clients d'Equinix des nouvelles contraintes qui pèsent aujourd'hui sur les IBX centers en termes de consommation électrique.
- Faire partager à nos clients notre expérience dans ce domaine en leur présentant notre approche et les solutions que nous avons élaborées pour palier à ces problèmes.

Les faits

Hébergement et consommation électrique

Les serveurs forment le gros du contingent des équipements installés et hébergés dans les salles blanches. Ces machines, lorsqu'elles fonctionnent, consomment une certaine quantité d'électricité qui, inévitablement, aboutit à un dégagement de chaleur. Le recours aux offres d'infrastructure des hébergeurs spécialisés comme les IBX centers d'Equinix a donc toujours été motivé par:

- Le besoin de refroidir ces équipements
- Le souhait de bénéficier d'une alimentation électrique suffisante pour alimenter des serveurs toujours plus gourmands en énergie électrique.
- La nécessité de gérer au plus juste le coût représenté par la facture électrique de cette consommation, en recourant à des offres adaptées de consommation à la demande offerte le plus souvent par les hébergeurs. Certains rapports avancent le chiffre de 9 millions d'euros pour le coût, sans négociation tarifaire ni option heures creuses, de la consommation annuelle d'un gros centre de données dont la consommation serait équivalente à celle d'une ville de 25 000 habitants. Le coût de la consommation électrique sur 4 ans peut représenter la moitié du prix d'achat pour certains types de serveurs.

Une nouvelle donne

Néanmoins, depuis quelques années, les hébergeurs doivent faire face à une nouvelle donne sur le marché des serveurs. Cette dernière se décompose en 2 éléments, l'un caractérisé par un défi technologique que les fondateurs, et donc in fine les fabricants de serveurs, doivent aujourd'hui relever, l'autre par une nouvelle offre de serveurs.

Des serveurs consommant toujours plus

Les fondateurs sont depuis plusieurs années dans une impasse technologique puisqu'il leur était impossible d'améliorer les performances des processeurs sans augmenter de manière exponentielle sa consommation électrique. Quand on sait que le processeur est le composant qui consomme le plus dans un serveur on peut comprendre les conséquences directes sur la consommation des serveurs.

Une nouvelle offre de serveurs

De nouveaux serveurs dits à haute densité sont apparus sur le marché. Ces nouvelles configurations matérielles regroupent dans un châssis unique plusieurs serveurs – avec un ou plusieurs processeurs, mémoires, stockages, connexions – qui partagent les mêmes alimentations et les mêmes systèmes de ventilation.

Ces nouveaux serveurs (aussi appelés serveurs-lames) représentent aujourd'hui 10% du parc global de serveurs (source: Gartner). Leurs ventes ont augmenté de 60% entre 2004 et 2005, selon IDC. Le cabinet constate que le dernier trimestre a été significatif, avec une progression des ventes de 49,3%.

Les serveurs-lames offrent des avantages certains dont leurs utilisateurs ne sauraient se passer.

- *Déploiement rapide*
- *Connectivité facilitée*
- *Disponibilité accrue*
- *Maintenance aisée*
- *Efficacité renforcée notamment en terme de consommation électrique*

Néanmoins cette dernière notion doit être précisée. Car s'il est vrai que la consommation des serveurs-lames rapportée à une unité de serveurs qui la compose est moindre, cette réduction est en partie compensée par la surconsommation des processeurs de nouvelle génération

que nous évoquions précédemment. Il s'agit ici de souligner un gain d'efficacité relatif proportionné à la taille des nouveaux serveurs. Mais leur consommation totale considérée de façon absolue demeure supérieure.

Quelles conséquences pour les DC?

Parmi les différents problèmes que soulève l'utilisation des serveurs-lames figurent également:

- Le poids des équipements
- La gestion de la connectivité

Mais c'est bel et bien celui représenté par la consommation électrique qui est la plus importante et sur laquelle nous nous attarderons dans ce document.

Une plus grande concentration de serveurs dans un même espace implique une consommation électrique supérieure par unité d'espace.

Dans ces conditions, le problème n'est pas l'espace ou l'électricité à fournir mais la capacité de refroidissement des datacentres.

La surconsommation électrique des serveurs-lames implique des besoins en climatisation tels pour gérer les points chauds qu'elle peut aboutir à un dysfonctionnement des équipements clients si elle n'est pas prise en compte au moment de l'élaboration du projet d'hébergement.

A la fin des années 90, les sites d'Exodus, parmi les mieux définis du marché disposaient d'une capacité de refroidissement de 270 watts par mètre carré. La plupart des sites actuels a été configurée pour répondre à des capacités de l'ordre de 1000 watts par mètre carré.

Deux types de contraintes majeures s'imposent aux hébergeurs ne leur permettant pas de pousser outre mesure leurs systèmes.

Les lois de la physique

Les lois de la physique relatives au transfert d'énergie ne permettent pas d'envisager un nouveau doublement de cette capacité dans un avenir proche. Les spécifications des Datacentres semblent donc avoir atteint leurs limites.

Un coût important

Les hébergeurs ayant autorisé(s) l'installation d'équipements surconsommant ont du faire face ou devront faire face à un des deux scénarii suivants:

- Dans le cas de surconsommation des équipements, des *points chauds* peuvent alors apparaître sur le site et provoquer un dysfonctionnement général voire une interruption des services provoquée par le rebooting des machines ou des attaques DDOS.
- Des dépenses supplémentaires nécessaires à la mise à niveau des systèmes de refroidissement devront être effectuées.

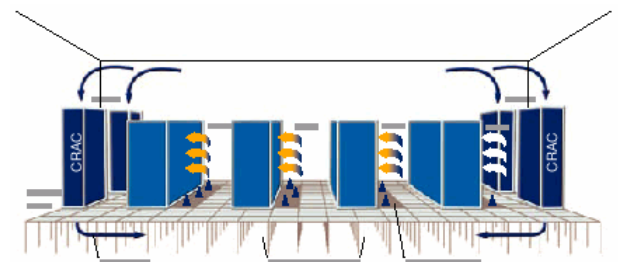
La position d'Equinix

L'utilisation des serveurs-lames semble aujourd'hui avoir été adoptée par bon nombre de nos clients. Les avantages importants qu'elle offre dans la gestion globale des serveurs et la mise en place des infrastructures ne permettent pas d'envisager sa remise en cause.

Equinix autorise donc la mise en service sur l'ensemble de ses IBX centers de ces serveurs dits à haute densité. Néanmoins, chacune de ces installations donnera lieu à une étude spécifique menée par nos équipes sur le design des espaces requis et la disposition, le positionnement et la configuration des racks.

Le document se bornera donc à détailler les pourtours de cette activité de conseil et ses champs d'application. Les paragraphes suivants reprennent ces thèmes en considérant 2 scénarii:

- Consommation standard – 1000 watts par m2
- Configuration haute densité – de 1000 à 2000 watts/h et au-delà de 4000 watts/h par m2.



Configuration standard

La circulation de l'air dans une salle blanche

L'air chaud provenant de l'utilisation des équipements clients doit être évacué et remplacé par un air plus frais qui viendra refroidir les installations. Il se crée donc à l'intérieur

d'une salle blanche un circuit alimentant les baies de serveurs en air frais. Ce circuit pour être efficace doit être:

- **Logique** – Il doit répondre à des règles simples et suivre un parcours qui aboutit in fine au refroidissement des baies.
- **Constant** – Il ne s'agit pas d'exposer les baies de serveurs à un refroidissement violent et ponctuel. Le refroidissement doit être continu. Cette constance optimisera l'efficacité des équipements installés ainsi que celle du système de refroidissement lui-même.
- **Sans obstruction** – Tout obstacle sur le circuit provoquerait un dysfonctionnement du cycle de refroidissement et représenterait alors un risque pour les équipements hébergés.

Les points suivants sont les pré-requis d'une bonne gestion d'un IBX center auxquels Equinix s'astreint quotidiennement. L'ensemble de nos équipes techniques a été formé à l'optimisation de chacun de ces thèmes afin qu'aucune installation ne vienne jamais gêner le bon fonctionnement de nos IBX centers.

Le contrôle des mouvements d'air sous le faux plancher

L'utilisation du faux plancher

Le tirage de câbles à l'intérieur du Datacentre et plus particulièrement sous le faux plancher ne doit pas aboutir à une congestion de câbles qui empêcherait le passage de l'air. Les chemins de câbles ainsi définis devront être les plus discrets possibles et leur usage optimisé afin de ne pas entraver le bon fonctionnement des dalles ventilées.

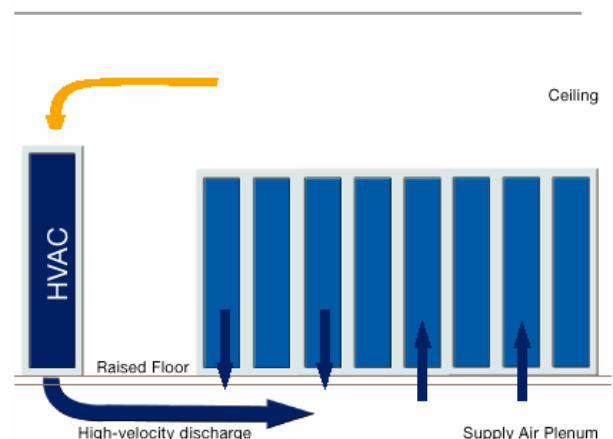
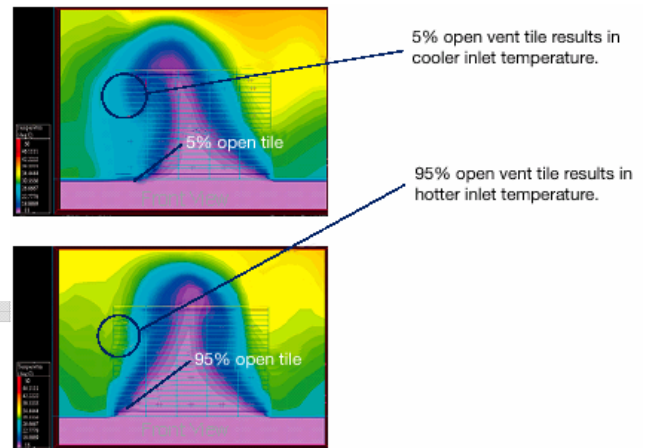
Le design de notre système de pré-câblage a été défini en conformité avec les besoins et les contraintes techniques de chacun de nos IBX centers. Les installations de chaque nouvelle suite sont définies selon les mêmes règles.

Le positionnement et le contrôle des aérations

Equinix vérifiera avec le client la localisation et le nombre de dalles ventilées installées afin que soit fournie la quantité d'air nécessaire à un refroidissement approprié des baies et soit contrôlé l'équilibre du système de refroidissement. Se référer à notre "Guide d'utilisation des dalles ventilées."



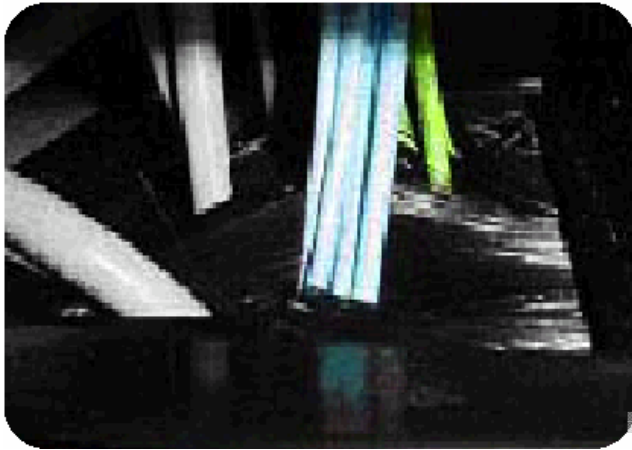
Le design des dalles ventilées varie allant de 400 CFM à 1000 CFM. Les dalles perforées ont une capacité CFM moindre que les dalles ventilées ajustables métalliques qu'on utilise le plus souvent pour équilibrer le circuit d'air à l'intérieur des suites.



Eviter les mouvements d'air non-souhaités

Les dalles ventilées ne doivent pas être positionnées à moins de 2,4m d'une unité de refroidissement car il est possible que l'air de la salle blanche puisse être aspiré dans le couloir froid par un effet appelé "effet Venturi".

Les baies consommant le plus devront être installées entre 80 cm à 1,1 m d'une unité de refroidissement.



La découpe des dalles, nécessaire au passage des câbles doit être réduite à son strict minimum afin de maintenir une pression de l'air suffisante sous le faux plancher et ainsi ne pas diminuer la sortie d'air au niveau des dalles ventilées. S'il est nécessaire de s'assurer du passage de l'air frais sur le devant de la baie les orifices provoqués par la découpe des dalles seront obstrués une fois les câbles passés afin de maintenir une pression maximale sous le faux plancher.

Le choix du rack et son installation

"Plus un élément est proche d'un ventilateur, plus la résistance de l'air entre cet élément et le ventilateur est importante. Plus un équipement dégage de chaleur, plus la quantité d'air nécessaire à extraire l'énergie représentée par cette source de chaleur devra être importante."

Les baies standards disponibles sur le marché ont été définies assumant qu'il existait à l'intérieur de ces armoires suffisamment de place pour permettre une circulation optimale de l'air. Il est vrai qu'à partir du moment où ce postulat est vrai les portes vitrées pleines qui composent ces baies agissent comme des cheminées orientant l'air frais du bas vers le haut à l'intérieur du rack. Malheureusement les serveurs actuels ayant, la plupart du temps, des tailles importantes, pouvant aller jusqu'à la surface totale au sol d'une baie (900x600mm), ne laissent

que peu de place à l'air pour circuler à l'avant et à l'arrière de l'équipement. La proximité des machines des portes avant et arrière en augmentant la résistance de l'air et en causant certaines turbulences, réduit le volume d'air circulant dans la baie.

Afin de diminuer la résistance de l'air, les portes de la baie doivent être enlevées. Si des portes ont clairement été demandées, ces dernières devront être aménagées, à savoir ventilées.

L'installation d'extracteurs d'air sur la baie implique que les ventilateurs ainsi mis en place soit d'égale puissance à ceux dont disposent les serveurs afin qu'un même volume d'air soit à chaque fois extrait. Etant donné que l'air évacué sortira par la porte et le toit de la baie nous installerons également des baies plus profondes et des extracteurs sur la partie supérieure de la baie.

L'efficacité des ventilateurs de baies étant déterminée par leur proximité à une surface pleine, il est également possible de fournir des baies disposant de ventilateurs sur les portes arrières. Les baies peuvent être modifiées afin que les chemins de câbles soient gérés à partir des portes arrières ce qui ne provoquera aucune résistance à l'air évacué. Ceci restreindra toutefois la possibilité de modification des équipements ainsi installés.

Dans le cas d'une interruption de l'alimentation électrique principale du Datacentre, les unités de refroidissements subiront également une brève interruption le temps que le système lance le générateur de secours. Pendant cette période il est impératif que les ventilateurs des serveurs puissent continuer de fonctionner normalement. La présence de ventilateurs de baies permettra une meilleure circulation de l'air en assistant les ventilateurs de serveurs.

Quelques chiffres:

Les serveurs IBM e-server BladeCenter ont besoin de 50m³ d'air par minute (CFM) pour être refroidis dans un environnement caractérisé par 10 à 35C et 8 à 80% d'humidité à moins de 914 m d'altitude.

Le positionnement des racks

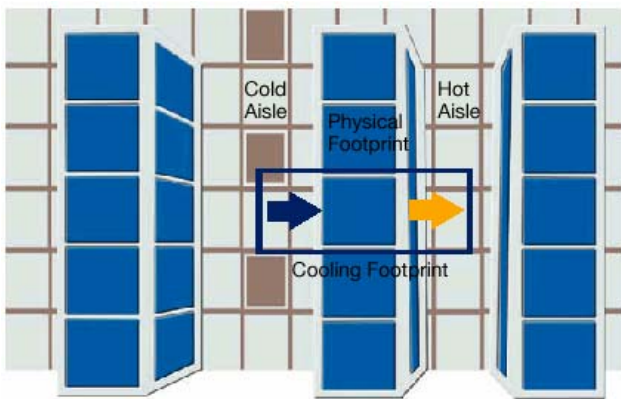
Les baies de serveurs sont le plus souvent configurées pour permettre l'entrée de l'air par l'avant et sa sortie par l'arrière.

Si ces baies sont toutes orientées de la même façon, il s'ensuivra une évacuation de l'air d'une rangée vers la suivante.

Afin d'éviter pareil scénario accumulant l'air chaud à l'entrée des baies, il convient de positionner les baies soit face à face, soit dos à dos. L'allée de baies se faisant face comprendra les grilles d'aération par où l'air frais sortira du faux plancher. L'allée où les baies se tournent le dos récupérera donc l'air chaud de 2 rangées de baies. Voir le schéma ci-dessous.

Le différentiel de pression existant entre l'air ambiant du IBX center et le système d'aspiration des unités de refroidissement aboutit à un retour de l'air vers ces dernières. Toute baie ou équipement localisé sur ce chemin pour ne pas subir l'influence de cet air chaud ne devra pas excéder une hauteur de 47 U ou supérieure à celle des unités de refroidissement.

Les unités de refroidissement s'autorégulent en fonction de la température de l'air ambiant. Aucune dalle ventilée devra être installée à moins de 2,4 m d'une unité de refroidissement. Il en résulterait alors une dilution de l'air à proximité des unités et modifierait la réponse devant être apportée par ces dernières.



L'espace des racks

La disposition des baies sur le site devra respecter les recommandations d'espace fournies par les équipementiers.

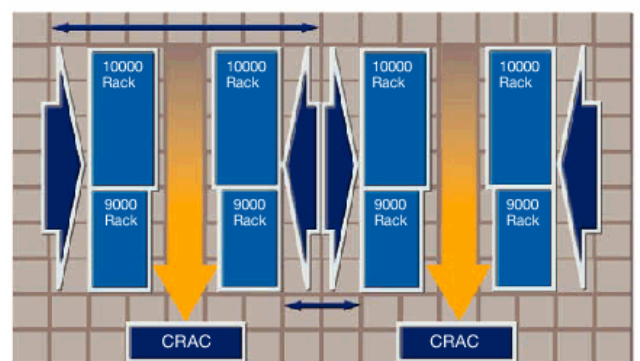
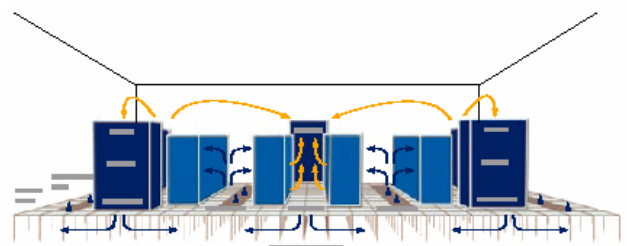
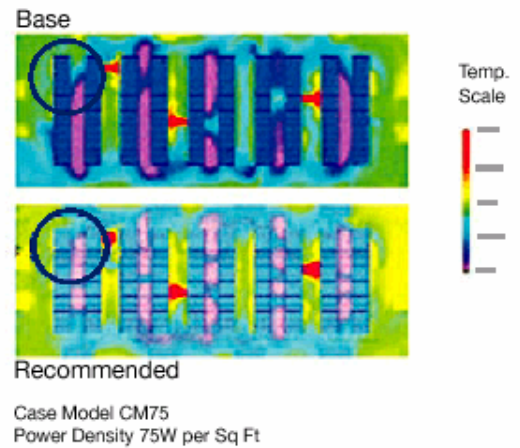
Par exemple, le modèle de baie Netbay 42 Entreprise de chez IBM devra bénéficier d'un espace de 914mm à l'arrière et de 1524mm à l'avant pour un poids maximum de

932 Kg. La garantie de ces équipements est conditionnée par le respect et l'assujettissement à ces règles.

HP fournit des exigences similaires quant à l'espace nécessaire au bon fonctionnement de ses baies. Actuellement, HP recommande un espacement avant et arrière respectivement de 1200mm et 600mm pour des baies à haute densité.

Il recommande également une surface par rack de 2,2 m² et une analyse thermique afin de vérifier le positionnement des dalles ventilées. Enfin, la puissance totale du datacentre ne devra pas dépasser 1800 watts par rack afin que la configuration standard du datacentre ne soit pas affectée.

Data Center Thermal Modelling BL30p 30KW Analysis



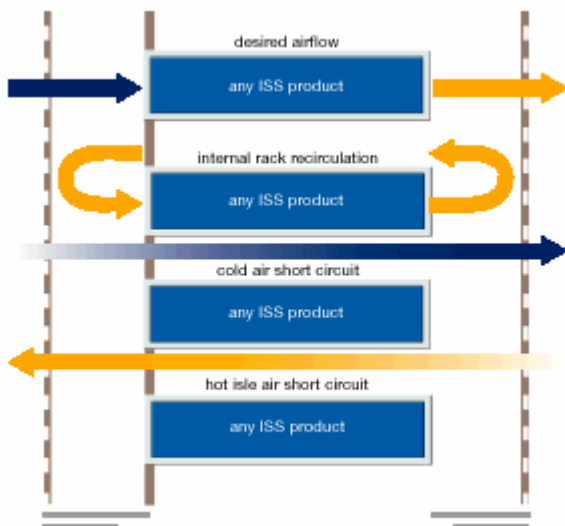
www.equinix.com

La disposition des équipements dans les racks

“Tout bénéfice obtenu par la bonne mise en place des baies clients à l’intérieur des suites serait inévitablement annulé si les mêmes règles et principes n’étaient pas suivis pour la mise en place des équipements à l’intérieur des baies.”

L’objectif premier de tout système de refroidissement dans une salle blanche est l’extraction et le traitement de l’énergie produite sous forme de chaleur par les serveurs.

Nous avons vu précédemment comment l’air circule d’une rangée de baies à une autre entrant par l’avant et sortant par l’arrière des baies. A l’intérieur d’une baie, il se crée des mouvements d’air verticaux et latéraux impactant chaque équipement individuellement qu’il convient d’optimiser afin de ne pas compromettre la bonne circulation de l’air.



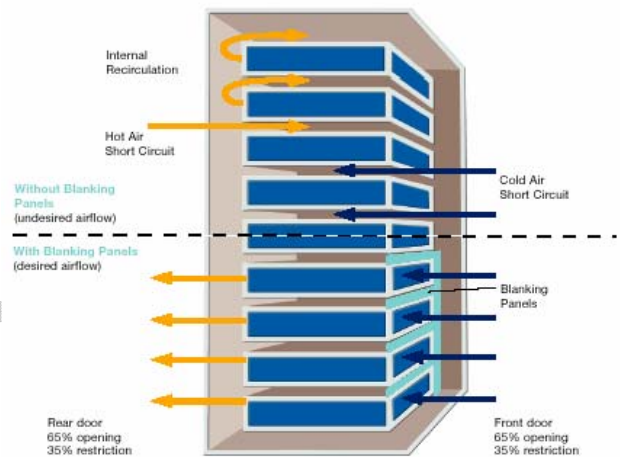
En standard, les équipementiers produisent des machines dont les composants électroniques pour fonctionner normalement nécessitent un environnement dont la température doit être comprise entre 10 et 35C. Toutefois, les caractéristiques de chaque appareil doivent être vérifiées et ceux dont les spécifications sont les plus basses, placées en bas des baies. Bien que chaque serveur dispose de ventilations permettant une meilleure circulation de l’air à l’intérieur de l’équipement, une partie de l’énergie ainsi dégagée est souvent retenue par l’enveloppe métallique des serveurs. Un espace entre chaque équipement devra donc être réservé afin que cette chaleur ne se communique pas d’un serveur à un autre sur un plan vertical par simple contact.

Les espaces ainsi définis à l’avant et à l’arrière des baies et entre les équipements seront donc le chemin privilégié de l’air à l’intérieur des baies. Comme nous l’avons indiqué précédemment, le choix de la profondeur des baies et la gestion du câblage est ici primordiale.

Rares sont les serveurs disposant de ventilations latérales. Si tel était le cas, les mêmes critères s’appliqueraient à la largeur des baies retenues.

Quelques chiffres:

Chaque e-server BladeCenter d’IBM a un dégagement calorifique de 1365 Btu/h (soit 400W) ou 13650/h (soit 4000W) en fonction des différentes configurations possibles.



Configuration haute densité

De plus en plus de configurations réclament des puissances supérieures à 1000 watts par m2. Néanmoins, notre expérience nous a amenés aux conclusions suivantes:

- *L’exigence de solutions clé en main* – Dans la majorité des cas, les clients utilisant des serveurs à haute densité doivent recourir à des solutions non standard. Equinix dispose d’équipes compétentes et expérimentées qui se feront un plaisir de définir et mettre en place une offre personnalisée.
- *La nécessité d’une analyse précise confrontant les coûts et les avantages d’une mise à niveau* – La plupart des scénarii reposant sur l’usage de serveurs-lames implique des coûts de mise en

place et de maintenance tels qu'ils en deviennent un élément clé de la décision d'investir.



Les services/solutions spécifiques d'Equinix

Gestion de projet – activité de conseil

Equinix a défini un ensemble de procédures dans le cadre de l'établissement de services d'audit des projets clients pour déterminer l'éligibilité de ces derniers à la densité et le cas échéant préconiser des solutions.

Ces procédures simples veillent surtout à la bonne communication et à la prise en compte des informations relatives aux équipements clients dont dépendra la solution retenue.

Notre « Project manager » travaillera étroitement avec les clients.

- Il s'assurera avant toute installation que l'ensemble des éléments techniques relatifs aux équipements ait été communiqué et vérifiera leurs exactitudes. Ces éléments concernent principalement la consommation et le dégagement calorifique des équipements.
- L'extrême sophistication des solutions souvent retenues implique un contrôle constant de la température à l'intérieur des baies. Toute modification peut affecter la stabilité thermique de la baie. Tous changements effectués concernant le câblage, les serveurs ou le taux d'utilisation devront donc être documentés et son impact évalué.

If the system has the following characteristics	Use the following base cooling approach	With the following solution for high density enclosures
Under 3kW per rack average, with very high ceilings or under 100kW total power		
High average per-rack power or over 100kW total power		
Alternate high density solution for mainframe environment		

Configurations complémentaires

Il existe sur le marché un ensemble de produits qui peut être utilisé pour compléter la configuration des baies. Parmi ces dernières:

- Ventilateurs de portes arrières
- Ouverture de la partie supérieure de la baie
- Baies avec systèmes de refroidissement intégrés par eau

Rack seul en espace colo – de IXRack à XPRack

- IXRack

IXRack correspond à l'offre standard d'Equinix en espace de colocation (espace partagé).

Cette offre d'espace comprend:

- Le droit d'installer une baie ou un équipement dans une baie de taille standard 600mmx1000mm
- L'espace à l'arrière de la baie fera au minimum 600mm
- L'espace à l'avant de la baie fera au minimum 900mm
- La baie se positionne conformément aux règles évoquées précédemment (dos à dos, face à face)
- La capacité électrique maximale autorisée pour ce type de baie est de 1.5KVA.

- XPRack

Pour des besoins supérieurs à 1.5KVA par baie, Equinix a défini des offres d'espaces adaptées permettant de fournir jusqu'à 4.5KVA par baie.

L'offre de base comprend:

- Le droit d'installer une baie ou un équipement dans une baie de taille standard 600mmx1000mm

- L'espace à l'arrière de la baie fera au minimum (600+x) mm (en fonction du IBX center et de la consommation électrique exacte)
- L'espace à l'avant de la baie fera au minimum (900+x) mm (en fonction du IBX center et de la consommation électrique exacte)
- La baie se positionne conformément aux règles évoquées précédemment (dos à dos, face à face)
- La capacité électrique maximale autorisée pour ce type de baie est de 4.5KVA.

Grands espaces en Business Suite

- BusinessSuite Calculator

Nos équipes de vente disposent d'outils adaptés leur permettant de calculer l'espace requis pour un client en fonction de la puissance électrique demandée et de l'IBX center choisi. Le BusinessSuite Calculator est utilisé quotidiennement par nos vendeurs pour définir le plus précisément possible l'espace dont vous avez besoin.

- Access rights and power rights

Deux séries de services ont été créées par Equinix pour gérer au mieux la mise à disposition et la répartition de la puissance électrique sur chacun de ses sites. L'"Access rights" et le "Power rights" permettent aux clients d'Equinix de disposer de capacité électrique supplémentaire. Le coût de ces services implique une vérification et un ajustement régulier des besoins des clients.

Perspectives et Conclusion

De nouveaux types de processeurs utilisant de nouveaux matériaux sont actuellement en cours d'élaboration et de test. Ces éléments ouvrent de nouvelles perspectives aux utilisateurs et aux hébergeurs. Toutefois, ces projets ne sont qu'au stade de développement. Les mises au point de ces composants vont demander du temps et ne permettent donc pas de répondre aujourd'hui aux questions qui ont été soulevées dans ce livre blanc.

En l'absence de solutions immédiatement disponibles et utilisables par tous et étant données les limites actuelles de la science ne permettant pas de refroidir un espace au-delà d'une certaine consommation électrique, les équipes d'Equinix se proposent de respecter les règles que nous venons d'édicter dans le présent document afin de gérer au mieux cette nouvelle donne, de minimiser les risques pour les clients et ainsi de maximiser leur confort.

Bibliographie

- IBM BladeCenter Planning and Installation guide (Aout 2003)
- DELL White paper Rack Impacts on cooling for high-density servers (Aout 2002)
- APC White papers #4 rev 4, #5 rev 3, and #55 rev 1
- HP Optimising Datacenters for high density computing (Fevrier 2004)
- Liebert IT White paper Managing Extreme heat 2004
- The UpTime institute High Density Trends version 1
- European Power Supply Manufacturers Association (EPSMA) guidelines EN-61000-3-2
- EMC Act 1998
- Illustration d'HP